

DERWENT-ACC-NO: 2000-319146

DERWENT-WEEK: 200028

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Apparatus for cutting, welding, boring or removing a workpiece has a diffractive element made up of different segments to form focal points

INVENTOR: BERGER, P; PAHLKE, M ; SINGER, W ; STRAUCH, A

PATENT-ASSIGNEE: UNIV STUTTGART INST STRAHLWERKZEUGE[UYSTN] , UNIV STUTTGART
INST TECH OPTIK[UYSTN]

PRIORITY-DATA: 1998DE-1046368 (October 8, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<u>DE 19846368 C1</u>	April 13, 2000	N/A	007	B23K 026/067

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 19846368C1	N/A	1998DE-1046368	October 8, 1998

INT-CL (IPC): B23K026/067, G02B027/12

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 19846368C

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The diffractive element (3) comprises two different segments. The segments of the diffractive element are structured so that a first segment forms the first focal point (F1) while the other segment forms one of the other focal points (F2) in at least one of the further focal planes being further away from the surface (5) of the workpiece (1) facing the laser light source.

DETAILED DESCRIPTION - Apparatus for cutting, welding, boring or removing a workpiece (1) comprises: (a) a laser light source producing the laser light (2); (b) a diffractive element (3) focusing a part (2a) of the laser beam to a first focal point (F1) in a first plane neighboring the surface (5) of the workpiece facing away from the laser light and focusing a further part (2b) to a further focal point opposite the first focal point; and (c) a device for relatively moving between the laser beam and the workpiece. The diffractive element (3) comprises two different segments. The segments of the diffractive element are structured so that a first segment forms the first focal point (F1).

while the other segment forms one of the other focal points (F2) in at least one of the further focal planes being further away from the surface (5) of the workpiece (1) facing the laser light source.

USE - Used for cutting, welding or removing a workpiece.

ADVANTAGE - Improved material processing.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic side view of the apparatus for cutting a workpiece.

workpiece 1

laser light 2

diffractive element 3

workpiece surface 5

focal points F1 , F2

CHOSEN-DRAWING: Dwg. 1/3

TITLE-TERMS: APPARATUS CUT WELD BORE REMOVE WORKPIECE DIFFRACTED ELEMENT MADE
UP SEGMENT FORM FOCUS POINT

DERWENT-CLASS: M23 P55 P81 X24

CPI-CODES: M23-D05;

EPI-CODES: X24-D03;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2000-096918

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-239439



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 198 46 368 C 1

⑯ Int. Cl.⁷:
B 23 K 26/067
G 02 B 27/12

DE 198 46 368 C 1

⑯ Aktenzeichen: 198 46 368.5-34
⑯ Anmeldetag: 8. 10. 1998
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 13. 4. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Universität Stuttgart Institut für Strahlwerkzeuge,
70569 Stuttgart, DE; Institut für Technische Optik
Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart, DE

⑯ Vertreter:

Ostertag, U., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
70597 Stuttgart

⑯ Erfinder:

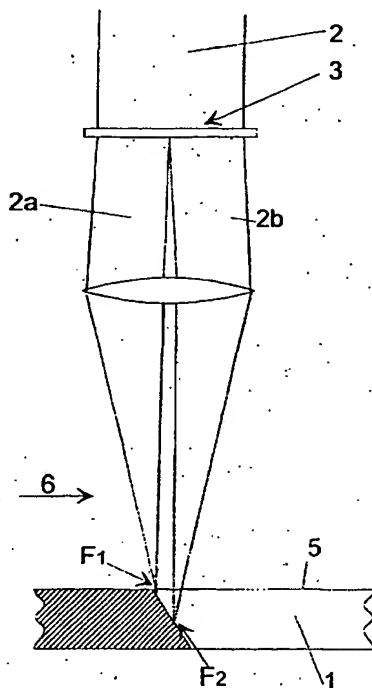
Berger, Peter, 71254 Ditzingen, DE; Pahlke, Michael,
73614 Schorndorf, DE; Singer, Wolfgang, 73614
Schorndorf, DE; Strauch, Armin, 71701
Schwieberdingen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	40 24 299 C2
DE	195 11 393 A1
DE	43 17 137 A1
US	56 90 845 A
EP	00 98 048 A2

⑯ Vorrichtung zum Schneiden, Schweißen, Bohren oder Abtragen eines Werkstückes mittels eines Laserstrahles

⑯ Eine Vorrichtung zum Schneiden, Schweißen, Bohren oder Abtragen eines Werkstückes umfaßt eine Laserlichtquelle, deren Strahl (2) nicht nur durch die übliche Abbildungsoptik (4), sondern zusätzlich durch ein diffraktives Element (3) geleitet wird. In dem diffraktiven Element (3) sind mindestens zwei Segmente ausgebildet, welche mindestens zwei Teilstrahlen (2a, 2b) erzeugen. Die beiden Teilstrahlen (2a, 2b) werden von der Abbildungsoptik (4) in zwei Brennflecke (F₁, F₂) abgebildet. Der erste dieser Brennflecke (F₁) liegt verhältnismäßig nahe an der der Laserlichtquelle zugewandten Fläche (5) des Werkstückes (1), während der zweite Brennfleck (F₂) dem ersten Brennfleck (F₁) in Richtung der Relativbewegung (6) zwischen Laserstrahl (2) und Werkstück (1) nachhilt und einen größeren Abstand von der der Laserlichtquelle zugewandten Fläche (5) des Werkstückes (1) aufweist als der erste Brennfleck (F₁). Hierdurch wird die Qualität des Laserbearbeitungsvorganges verbessert.



DE 198 46 368 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schneiden, Schweißen Bohren oder Abtragen eines Werkstückes mittels eines Laserstrahles nach dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

Es ist bekannt, Werkstücke aus unterschiedlichsten Materialien mit Hilfe von Laserstrahlen zu schneiden, zu schweißen, zu bohren oder abzutragen. Hierzu wird im allgemeinen der von einer Laserlichtquelle mit geeigneter Wellenlänge erzeugte Laserstrahl in einem Brennfleck fokussiert, der verhältnismäßig nahe an derjenigen Fläche des Werkstückes liegt, die der Laserlichtquelle zugewandt ist. Im allgemeinen ist dies die obere Werkstückfläche, so daß nachfolgend vereinfachend von "oberer" Fläche geredet wird, wenn diese Fläche gemeint ist. Durch diese Lage des Brennflecks soll z. B. beim Schneiden des Werkstückes eine gute Qualität der Schnittkanten und eine schmale Schnittfuge erzielt werden. Nachteilig ist dabei insbesondere bei verhältnismäßig dicken Werkstücken, daß das Aufschmelzen des Materials im Werkstück, welches verhältnismäßig tief im Werkstück liegt, erschwert ist. Insbesondere beim Schneiden von Werkstücken entstehen an der Rückseite der Schnittfuge Schnittkanten mit schlechter Qualität, die "Bärte" oder "Grate" des ausgetriebenen Materials tragen.

Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist aus der DE 195 11 393 bekannt. Sie weist in der Abbildungsoptik ein diffraktives Element auf, das nicht segmentiert ist. Daher liegen die erzeugten, zueinander versetzten Brennflecke in derselben Brennebene, was zu den oben angesprochenen Problemen bei tiefem Aufschmelzen des Materials im Werkstück führt.

Bei der aus der US 5 690 845 A bekannten Vorrichtung werden zwar Brennflecke in verschiedenen Brennebenen erzeugt; dies geschieht jedoch mit Hilfe konventioneller Optiken.

Die DE 43 17 137 A1 zeigt diffraktive Elemente mit unterschiedlichen Segmenten in einem sogenannten "Vielstrahl-Generator".

Aus der DE-PS 40 24 299 sowie aus der EP-OS 0 098 048 schließlich ist es bekannt, durch Strahlteiler, bei denen es sich um segmentierte Spiegel handelt, mehrere Brennflecke zu erzeugen, die in dem Sinne nebeneinander liegen, daß die effektive Brennweite der Abbildungsoptik für alle Brennflecke die gleiche und ihr Abstand von der Werkstückoberfläche daher identisch ist. Hiermit lassen sich die eingangs beschriebenen Nachteile nicht vermeiden. Zudem sind die hier als Strahlteiler eingesetzten Spezialspiegel teure Teile, deren optische Eigenschaften nicht leicht veränderbar sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart auszustalten, daß eine bessere Materialbearbeitung auch in den weiter von der oberen Fläche des Werkstückes entfernt liegenden Materialbereichen mit einfachen Mitteln möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 beschriebene Erfindung gelöst.

Die erfindungsgemäß zur Strahlteilung eingesetzten diffraktiven Elemente lassen sich sehr kostengünstig herstellen. Durch Wahl der diffraktiven Strukturen auf den einzelnen Segmenten des diffraktiven Elementes können die unterschiedlichsten Abbildungseigenschaften erzeugt werden. Insbesondere ist es so problemlos möglich, die mittleren Teilstrahlen, die von dem diffraktiven Element entsprechend dessen Segmentzahl erzeugt werden, mit unterschiedlichen effektiven Brennweiten zu versehen, so daß also die durch diese Teilstrahlen erzeugten Brennflecke unterschiedlich tief im Werkstück zu liegen kommen. Gleichzeitig können

die diffraktiven Strukturen der verschiedenen Segmente problemlos mit unterschiedlichen "off axis"-Anteilen versehen werden, wodurch der gewünschte "seitliche Versatz" der einzelnen Brennflecke entsteht.

5 Insbesondere beim Schneiden kommt eine Ausgestaltung der Erfindung zum Einsatz, bei welcher der zweite Brennfleck dem ersten in Richtung der Relativbewegung nacheilt.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Segmente streifenförmig und durch Trennlinien voneinander getrennt, die gerade sind und senkrecht zur Richtung der Relativbewegung verlaufen. An den Trennlinien zwischen den Segmenten, die erfindungsgemäß an dem diffraktiven Element vorhanden sein müssen, lassen sich Beugungsverluste nicht vollständig vermeiden. Haben diese Trennlinien die oben angegebene Richtung, so liegen die gebeugten Anteile des Laserlichtes in der Ebene, die durch die Achsen der verschiedenen Teilstrahlen aufgespannt wird und damit innerhalb der "Bearbeitungsfront", innerhalb welcher die verschiedenen Brennflecke liegen. Die Beugungsanteile gehen 20 somit energetisch nicht verloren.

Alternativ ist es selbstverständlich auch möglich, die Segmente des diffraktiven Elementes tortenstückförmig auszustalten. Hierbei müssen jedoch gewisse Beugungsverluste in Kauf genommen werden.

25 Grundsätzlich ist die Wahl der Segmentzahl innerhalb des diffraktiven Elements beliebig: Um so mehr Segmente, um so mehr hierdurch erzeugte Brennflecke. Dieses Prinzip läßt sich im Extremfall so ausgestalten, daß die Segmente kontinuierlich ineinander übergehen. Dies bedeutet im Ergebnis eine unendliche Anzahl von Segmenten, denen eine unendliche Anzahl von auf einer Linie, der "Bearbeitungsfront", liegenden, kontinuierlich ineinander übergehenden Brennflecke entspricht.

Ein oder auch mehrere Segmente können unstrukturiert 30 sein. Hier kommen dann ausschließlich die Abbildungseigenschaften der unmodifizierten Abbildungsoptik zum tragen.

Die hohe Flexibilität der Erfindung kommt besonders in derjenigen Ausgestaltung zum Ausdruck, bei welcher zumindest eines der Segmente so gestaltet ist, daß seine Abbildungseigenschaften einen Zylinderanteil enthalten. Somit kann z. B. ein elliptischer oder linienförmiger Brennfleck erzeugt werden. Dieser läßt sich beispielsweise beim Laserschneiden so auf die Schnittfuge legen, daß die Linie bzw. 45 im Falle eines elliptischen Brennflecks die größere Hauptachse auf die Schnittfuge projiziert wird.

Je nach Wellenlänge des Laserstrahles kann das diffraktive Element aus transmittivem oder reflektivem Material sein.

50 Besonders bei der Nachrüstung bereits bestehender Vorrichtungen ist diejenige Ausgestaltung der Erfindung von großem Vorteil, bei welcher das diffraktive Element eben ist und zusätzlich zu einem abbildenden Element in der Abbildungsoptik vorgesehen ist. Eine bereits existierende Laserbearbeitungsvorrichtung kann so in eine erfindungsgemäß Vorrichtung einfach dadurch umgebaut werden, daß das ebene diffraktive Element zusätzlich in den Strahlengang eingebracht wird.

Selbstverständlich ist es aber auch möglich, daß ein abbildendes Element (z. B. eine Linse oder ein gekrümmter Spiegel) durch Einbringen entsprechender Segmente gleichzeitig als diffraktives Element ausgestaltet ist. Zum Nachrüsten einer bereits vorhandenen Vorrichtung muß in diesem Falle das dort vorhandene abbildende Element (Linse oder Spiegel) gegen ein entsprechend modifiziertes, mit diffraktiven Segmenten ausgestattetes abbildendes Element ausgetauscht werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend

anhand der Zeichnung näher erläutert; Es zeigen

Fig. 1: schematisch in der Seitenansicht den Strahlengang einer Vorrichtung zum Schneiden von Werkstücken;

Fig. 2: in der Draufsicht in vergrößertem Maßstab das diffraktive Element, welches in der Vorrichtung von Fig. 1 enthalten ist;

Fig. 3: schematisch den Strahlengang eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zum Schneiden von Werkstücken.

In Fig. 1 ist ein Werkstück, welches bereits teilweise durchschnitten ist, mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnet. Es wird von einem Laserstrahl 2 durchtrennt, der von einer in der Zeichnung nicht mehr dargestellten Laserlichtquelle erzeugt wird. Der Laserstrahl 2 durchtritt, von der Laserlichtquelle her kommend, zunächst zwei Segmente 3a, 3b eines diffraktiven Elementes 3 (vergleiche insbesondere Fig. 2).

Durch das diffraktive Element 3 werden, wie weiter unten noch näher erläutert wird, aus dem zunächst einheitlichen Laserstrahl 2 zwei Teilstrahlen 2a (in Figur durchgezogen dargestellt) und 2b (in Fig. 1 gestrichelt dargestellt) erzeugt. Der Teilstrahl 2a ist stärker konvergent als der Teilstrahl 2b. Bei dem dargestellten Fall des Laserschneidens ist die Ebene, in welcher die Achsen der Teilstrahlen 2a, 2b liegen, die Schnittebene, in welcher das Werkstück 1 von dem Laserstrahl durchtrennt wird.

Die Teilstrahlen 2a und 2b durchtreten sodann die übliche Abbildungsoptik der Vorrichtung, die im vorliegenden Falle durch eine Sammellinse 4 gebildet wird. Die Sammellinse 4 bildet den Teilstrahl 2a in einem ersten Brennfleck (Fokus) F₁ ab, der verhältnismäßig nahe an der oberen Fläche 5 des Werkstückes 1 liegt. Der zweite Teilstrahl 2b wird von der Sammellinse 4 in einem zweiten Brennfleck F₂ abgebildet, der weiter entfernt von der oberen Fläche 5 des Werkstückes 1 liegt. Der Brennpunkt F₂ befindet sich zudem außerhalb der Achse des ursprünglichen Laserstrahles 2.

Die Funktionsweise der beschriebenen Vorrichtung ist wie folgt:

Wird das zu schneidende Werkstück 1 im Sinne des Pfeiles 6 vorwärtsbewegt, so wird mit dem ersten, der oberen Fläche 5 des Werkstückes 1 nahen Brennpunkt F₁ zunächst das Werkstück 1 oberflächennah aufgeschmolzen, was zu einer guten Qualität der Schnittkanten führt. Der in Schnittrichtung "nacheilende" zweite Brennpunkt F₂ vervollständigt das Aufschmelzen des Materials der Werkstückes 1 in denjenigen Bereichen, die der oberen Fläche 5 weiter entfernt liegen, und hilft insbesondere beim Austreiben der Schmelze nach unten, so daß auch die Austrittsstelle des Schnittes eine gute Qualität mit geringer Gratbildung aufweist.

Das diffraktive Element 3, mit welchem aus dem ursprünglichen Laserstrahl die beiden Teilstrahlen 2a und 2b erzeugt werden, ist in Fig. 2 näher dargestellt. Es umfaßt zwei streifenartige Segmente 3a, 3b, die an einer geraden Trennlinie 3c aneinanderstoßen. Innerhalb des Sektors 3b sind diffraktive Strukturen ausgebildet, die sich als nahezu gerade, äquidistante Linien darstellen. Dieses Segment 3b erzeugt den Teilstrahl 2a und damit den ersten Brennpunkt F₁. Das zweite Segment 3a des diffraktiven Elementes 3 enthält diffraktive Strukturen, welche im wesentlichen von konzentrischen Kreisen gebildet sind. Der Mittelpunkt dieser konzentrischen Kreise ist gegenüber der Achse des ursprünglichen Laserstrahles 2 versetzt. Auf diese Weise erzeugt das Segment 3a des diffraktiven Elementes 3 den zweiten Teilstrahl 2b und damit den zweiten Brennpunkt F₂ außerhalb der Achse ("off axis") des primären Laserstrahles 2.

Die Trennlinie 3c liegt senkrecht zur Schnittebene des

Werkstückes 1. Dies hat zur Folge, daß Beugungsverluste, die grundsätzlich an der Trennlinie 3c nicht vollständig vermieden werden können, innerhalb der Schnittebene liegen und deshalb als Energie für den Schneidvorgang nicht verloren gehen.

Die diffraktiven Strukturen in den Segmenten 3a, 3b sind, was der Zeichnung nicht ohne weiteres zu entnehmen ist, so ausgestaltet, daß sich eine gewisse Zylinderlinsen-Wirkung ergibt. Dies bedeutet, daß die Brennflecke F₁ und F₂ nicht kreis- sondern ellipsenförmig sind. Die Lage des Zylinderlinsenanteiles in den Segmenten 3a und 3b des diffraktiven Elementes 3 ist dabei so, daß die längeren Achsen der Brennflecke F₁, F₂ in der Schnittebene des Werkstückes 1 liegen. Auch hierdurch wird die Schnittwirkung des Laserstrahles 2 verbessert.

In Fig. 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Schneiden von Werkstücken dargestellt, welches sich von dem zuerst anhand der Fig. 1 beschriebenen hauptsächlich dadurch unterscheidet, daß transmittive Elemente durch reflektive Elemente ersetzt sind. Da die Funktionen der verschiedenen optischen Elemente im wesentlichen dieselben sind, sind entsprechende Teile mit demselben Bezugszeichen zzgl. 100 gekennzeichnet.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Vorrichtung fällt der von einer nicht mehr dargestellten Laserlichtquelle erzeugte Laserstrahl 102 unter einem Winkel von 45° auf ein als Umlenkspiegel ausgebildetes diffraktives Element 103. Das diffraktive Element 103 ist, ähnlich wie das transmittive diffraktive Element 3 von Fig. 2, in zwei Segmente 103a, 103b unterteilt, die an einer senkrecht zur Schnittebene liegenden Trennlinie 103c aneinander stoßen.

Die Segmente 103a, 103b tragen diffraktive Strukturen, die – abgesehen von den reflektiven Eigenschaften – mit den diffraktiven Strukturen des diffraktiven Elementes von Fig. 3 übereinstimmen. Dies bedeutet, daß der Laserstrahl 102 in zwei Teilstrahlen 102a (in Fig. 3 durchgezogen dargestellt) und 102b (in Fig. 3 gestrichelt dargestellt) aufgeteilt wird. Beide Teilstrahlen 102a, 102b fallen auf einen abbildenden Spiegel 104. Der von dem entsprechenden Segment des diffraktiven Elementes 103 etwas stärker konvergent gemacht Teilstrahl 102a wird vom Spiegel 104 auf einen ersten Brennfleck F₁ abgebildet, der verhältnismäßig nahe an der oberen Fläche 105 des Werkstückes 101 liegt. Der zweite Teilstrahl 102b wird vom Spiegel 104 in einen zweiten Brennfleck F₂ gebündelt, der weiter von der oberen Fläche 105 des Werkstückes 101 entfernt liegt. Wird das Werkstück 101 im Sinne des Pfeiles 106 vorgeschoben, so ist die Schnittwirkung der beiden Teilstrahlen 102a, 102b ebenso, wie dies oben schon für das Ausführungsbeispiel der Fig. 1 erläutert wurde. Auch in diesem Falle ist es möglich, die diffraktiven Strukturen auf dem diffraktiven Element 103 mit einem gewissen Zylinderlinsenanteil zu versehen, so daß die Brennflecke F₁ und F₂ ellipsenförmig sind.

Bei beiden oben beschriebenen Ausführungsbeispielen bestand das diffraktive Element 3 bzw. 103 aus zwei Segmenten 3a, 3b bzw. 103a, 103b, was zur Ausbildung von zwei Brennflecken F₁, F₂ führte. Grundsätzlich kann die Segmentierung des diffraktiven Elementes jedoch weiter fortgeführt werden, d. h., die Zahl der enthaltenen Segmente kann über 2 hinaus erhöht werden, mit der Folge, daß eine entsprechende Anzahl von Brennflecken entsteht. Die Gestalt der Segmente bleibt vorzugsweise auch in diesem Fall streifenförmig; d. h., die einzelnen Segmente werden durch Trennlinien voneinander getrennt, die parallel zueinander und senkrecht zur Schnittebene des Werkstückes sind. Diese Ausgestaltung der Segmente als parallele Streifen hat den schon erwähnten Vorteil, daß an den Trennlinien erzeugte Beugungen für den Schneidvorgang energetisch verwendet

werden können. Wird auf diesen Vorteil verzichtet, kann die Segmentierung des diffraktiven Elementes auch nach Art von "Tortenstücken" erfolgen, wobei also die Trennlinien zwischen den einzelnen Segmenten radial vom Mittelpunkt nach außen verlaufen.

Nicht dargestellt ist eine Ausführungsform des diffraktiven Elements, bei dem die einzelnen Segmente kontinuierlich ineinander übergehen. Dies kann als diffraktives Element mit einer unendlichen Anzahl von Segmenten verstanden werden. Es erzeugt dementsprechend eine unendliche Anzahl von ineinander übergehenden, im Ergebnis eine Linie bildenden Brennflecken.

Bei den obigen Ausführungsbeispielen waren die diffraktiven Elemente von den Haupt-Abbildungselementen, der Linse 4 bzw. dem Spiegel 104, getrennte Teile. Bei einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel sind die diffraktiven Segmente direkt in die Haupt-Abbildungselemente eingebracht, wo sie die identische Funktion ausüben.

Patentansprüche

20

1. Vorrichtung zum Schneiden, Schweißen, Bohren oder Abtragen eines Werkstückes (1; 101) mittels eines Laserstrahles (2; 102) mit
 - a) einer den Laserstrahl (2; 102) erzeugenden Laserlichtquelle;
 - b) einer zumindest ein diffraktives Element aufweisenden Abbildungsoptik (3, 4; 104, 104), welche zumindest einen Teil (2a; 102a) des Laserstrahles (2, 102) zu einem ersten Brennfleck (F_1) in einer ersten Ebene, die derjenigen Fläche (5; 105) des Werkstückes (1; 101) benachbart ist, welche der Laserlichtquelle zugewandt ist, und zumindest einen weiteren Teil (2b; 102b) zu einem weiteren Brennfleck fokussiert, der gegenüber dem ersten Brennfleck seitlich versetzt ist;
 - c) einer Einrichtung, welche eine Relativbewegung (6; 106) zwischen dem Laserstrahl (2; 102) und dem Werkstück (1; 101) bewirkt;
- dadurch gekennzeichnet, daß
 - d) das diffraktive Element (3; 103) mindestens zwei unterschiedliche Segmente (3a, 3b; 103a, 103b) umfaßt, wobei
 - e) die Segmente (3a, 3b; 103a, 103b) des diffraktiven Elements (3; 103) so gestaltet sind, daß ein erstes Segment (3a; 103a) den ersten Brennfleck (F_1) erzeugt, während das mindestens eine weitere Segmente (3b; 103b) mindestens einen der weiteren Brennflecken (F_2) in mindestens einer weiteren Brennebene erzeugt, die einen größeren Abstand von der der Laserlichtquelle zugewandten Fläche (5; 105) des Werkstückes (1; 101) aufweist als die Brennebene des ersten Brennflecks (F_1).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Brennfleck (F_2) dem ersten (F_1) in Richtung der Relativbewegung nacheilt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente (3a, 3b; 103a; 103b) streifenförmig und durch Trennlinien (3c; 103c) voneinander getrennt sind, die gerade sind und senkrecht zur Richtung der Relativbewegung (6; 106) verlaufen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente des diffraktiven Elements tortenstückförmig sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente kontinuierlich ineinander übergehen.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der Segmente unstrukturiert ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der Segmente (3a, 3b; 103a, 103b) so gestaltet ist, daß seine Abbildungseigenschaften einen Zylinderanteil enthalten.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das diffraktive Element (3) aus transmittivem Material ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

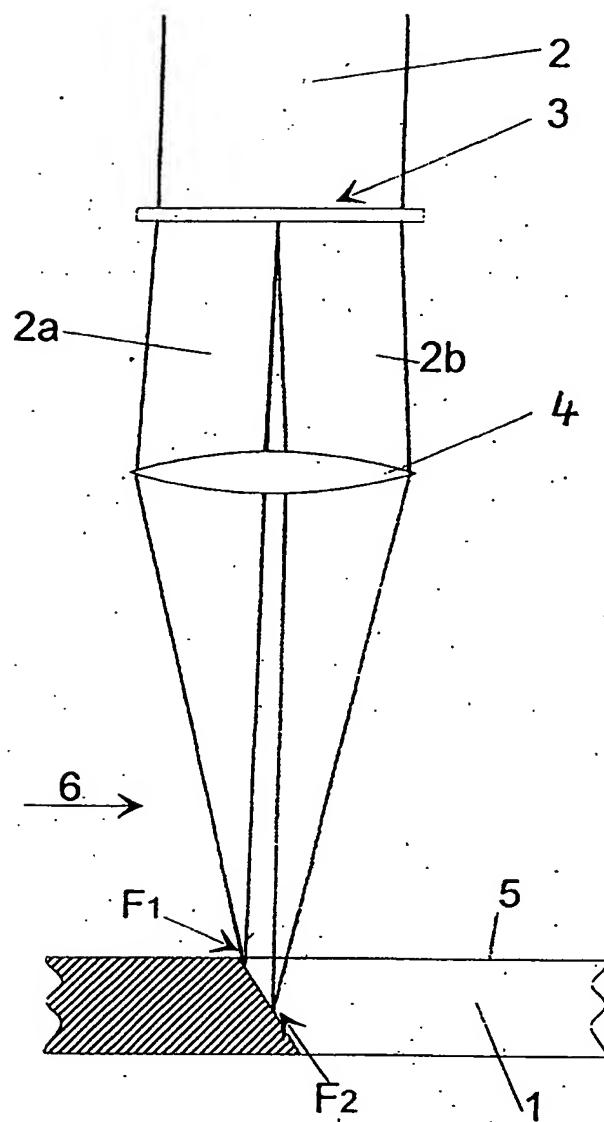


Fig. 1

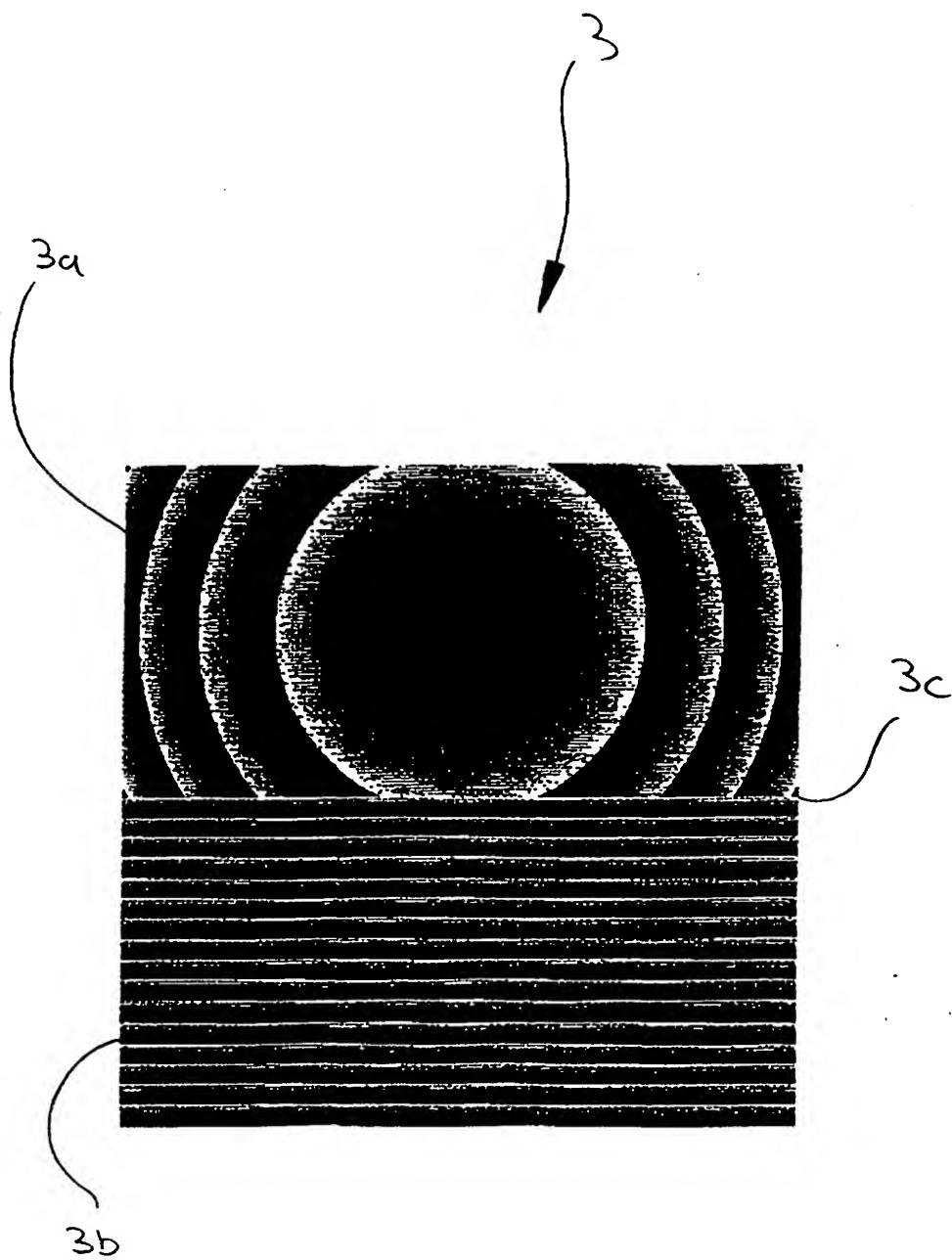


Fig. 2

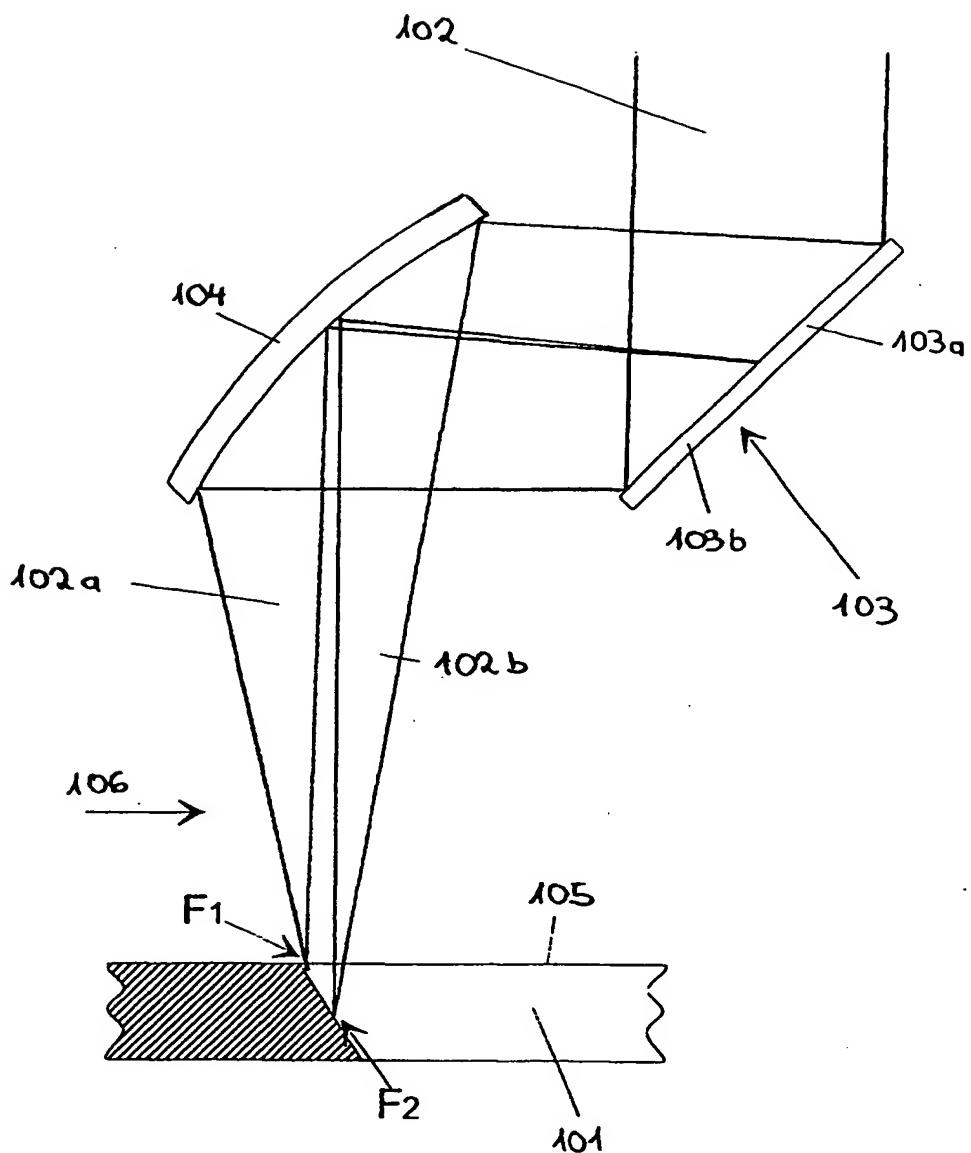


Fig. 3